子どもの独立した移動の実態把握および都市特性との関連分析

吉城　秀治[1]・辰巳　浩[2]・田部井　優也[3]・竹廣　百華[4]
・鶴本　尚己[5]・福山　拓[6]

[1]正会員　熊本大学准教授　くまもと水循環・減災研究教育センター
（〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1）
E-mail: syoshiki@kumamoto-u.ac.jp (Corresponding Author)

[2]正会員　福岡大学教授　工学部社会デザイン工学科（〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1）
E-mail: tatsumi@fukuoka-u.ac.jp
[3]正会員　福岡大学助教　工学部社会デザイン工学科（〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1）
E-mail: tabei@fukuoka-u.ac.jp
[4]福岡市役所（〒810-8620 福岡県福岡市中央区天神 1-8-1）
[5]八代市役所（〒866-8601 熊本県八代市松江城町 1-25）
[6]元福岡大学　工学部社会デザイン工学科（〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1）

子どもの移動自由性（Children Independent Mobility）とは，子どもが大人からどの程度独立した移動が許容されているかという考え方である．地域の CIM を高めていく上で，本研究は子どもの独立した移動が発生しやすい，あるいは発生しにくい地区と，その地区特性を明らかにしていくものである．

子どもの独立した移動の実態を Google Street View を用いて把握した結果，その移動が大人の移動や大人を同伴した移動と比して相対的に多くみられる地区としては，人口密度が高い，そもそも子どもの居住者が多い地区であった．一方で，子どもの独立した移動が相対的に少ない地区は，繁華街である天神地区であった．このことはすなわち，多くの子どもは自宅周辺でのみ独立した移動が許可されていることが推察され，それ以外の地区では大幅に制限されていることを示している．

Key Words: *children independent mobility, google street view, kernel density estimation*

1. はじめに

子どもの移動自由性（Children Independent Mobility，以下 CIM）とは，Tranter and Whitelegg [1]によると，”The freedom of children to travel around their own neighborhood or city without adult supervision”と定義されており，子どもが大人からどの程度独立した移動が許容されているかという考え方である．大人の付き添いなしに，子どもが地域内を自由に移動できることは，社会性や自立性を育み，住む街の環境に対する理解を促進するうえで重要な役割を果たし，心身の発達に大きく寄与することが明らかにされている[2]．

地域の CIM を高めていく上では，CIM の実態を把握することが必要となるため，例えば海外では Policy Studies Institute（PSI）によって CIM を評価する指標である 6 License という考え方が提案されている[2]．1971 年，1990 年，2010 年と 3 時点にわたりこの License（許可）の状況を問うアンケート調査が実施されており，国際比較も行われている．

ここで本研究も CIM を捉えるための研究を行うものであるが，既存の研究や調査では Policy Studies Institute による先述の調査のようにアンケート調査等の意識調査によってその評価が行われることが多い．そのような中，本研究は実際に市街地の様子が撮影された Google Street View に着目しその評価を行うこととする．そして，このような実際に観測された結果に基づき子どもの独立した移動の状況と都市特性とを明らかにすることは，子どもの行動実態に即した子どもに配慮したまちづくりのために必要な情報になるものと考えられる．

そこで本研究は，子どもの独立した移動の実態を Google Street View（以下，GSV）を用いて把握し，子どもの独立した移動が発生しやすい，あるいは発生しにくい地区と，その地区特性を明らかにすることを目的とする．

まず第 2 章で本研究で用いる使用データについて述べ，第 3 章で GSV のデータ特性を明らかにする．その後，第 4 章ではカーネル密度推定法により調査対象地域における移動の状況を概観し，第 5 章では相関分析ならびにクラスター分析を行うことで調査対象地域の中で特に「子どもだけの独立した移動」が発生しやすい，発生しにくい地区とその地区特性を明らかにしていく．

2. 使用データ

(1) 使用データ

a) Google Street View（GSV）

本研究の目的を達成する上では，都市の広範を対象とした移動実態に関する調査が必要となる．また，子どもが大人から独立した移動を行っているか否かを特定するためには，実際に移動中の様子が記録されている必要がある．そこで本研究では，この両条件を満たすものとして，Google が提供する Google Street View（以下，GSV）に着目することとした．その一方，GSV を本研究に用いる上では以下の課題を有している．

1) GSV の撮影日は公開されていない．そのため，エリアによって撮影日が異なる場合，収集データに平日の撮影データと休日の撮影データが混在する可能性がある．
2) GSV は全天球カメラによって各地を走行しながら撮影された画像であり，その道路リンクにおける「瞬間」を捉えた情報である．
3) GSV に写る人物の正確な年齢は把握できない．
4) 子どもの側で写る人物が，同伴者か否かは正確には把握できない．

これら 1)～4)の課題を踏まえ，それぞれ以下のとおりに対応する．

1) GSV は撮影年月は公開されていることから，一般的に子どもが夏休み期間である 8 月に調査された GSV の画像を用いる．
2) GSV で観測された位置情報をそのまま活用した分析では偏りを生じさせる可能性がある．そこで本研究では，顕在化した有限の標本点から全体の傾向を推計可能なカーネル密度推定法（Kernel Density Estimation，以下 KDE）を活用する [3]．
3) 正確な年齢は把握できない点は，GSV を活用する場合に限らず不特定多数を対象にした観測調査に共通する課題である．そのため一般的に行われるように，GSV から観測点を入力する際は事前に小学生の外形的特徴を十分に確認した上で入力する．
4) 特に信号待ちの最中は近い範囲に多くの歩行者が集中するため，同伴状況の判別が困難である．そこで本研究では，交差点で信号待ちをしている歩行者は対象外として，歩道や車道を徒歩や自転車で移動中の人物を対象とする．なお本研究は移動に着目した研究であるため，公園など道路空間以外で観測される人物も対象外とする．

b) 都市特性

子どもの独立時の移動や同伴時の移動と地区特性の関係を明らかにする上で，本研究ではまず CIM や保護者による子どもの行動規制と都市特性との関連を分析した先行研究を整理した [4)-11)]．本研究ではこれらの知見を踏まえつつ，**表-1** で示す都市特性を本研究の検討対象とし，表に示す定義のもと町丁目単位で情報を整理している．

(2) 用語の定義

使用するデータの特性を踏まえつつ，本研究における用語を以下のとおりに定義する．

- 「乳幼児」は幼稚園児・保育園児程度までとし，「子ども」は小学生程度，「中高生」は中学生，高校生程度，「大人」は大学生以上とする．これらは外形的な様子からの判断に基づく．
- 本研究での「移動」とは歩行中および自転車乗車中を対象とする．
- 本研究での「子どもだけの独立した移動」とは大人が一人も含まれない小学生だけの移動，「大人を同伴した移動」とは観察された歩行者のグループ内に大人が一人以上含まれている移動と定義する．なお，「独立時の移動」も「同伴時の移動」も子どもの人数は考慮しない．

(3) 調査対象地域の概要

本研究では，福岡県福岡市中央区（一部福岡市南区の北部を含む）を対象とする．中央区は人口約 20.6 万人（令和 2 年国勢調査），面積 15.4 km^2 で福岡市役所や繁華街の天神地区を擁し，福岡県のみならず九州の政治経済の中心である．この天神を起点に本地域の南北方向に西鉄天神大牟田線が運行しているほか，東西には福岡市営地下鉄空港線ならびに七隈線が運行している．そして本地域は福岡市の中で最も人口密度が高く多数のサンプルが得られることが想定される点，商業地・住宅地・工業地などの様々な地区を有する点のほか，地域の広範囲において 2016 年 8 月に調査された GSV が公開されている点（全道路リンクに対して約 76%の道路リンクで撮影データあり），後述のとおり中央区の天神エリアでは歩行者交通量調査が行われており，GSV の妥当性が検証できる点から調査対象地域に選定した．本研究の調査対象地域の概要を**図-1** に示す．なお，参考までに図では福岡市都市計画マスタープランにおける都心部周辺ゾーンも示している．

(4) GSV の収集結果

GSVによる撮影データはGIS上で整理することとし，移動者が観測されたすべての座標をGIS上にプロットしていく（なお，同一人物が複数撮影されている場合は最初に観測された写真での位置情報のみを入力している）．その際には，性別のほか，そのグループの人数，年齢層（乳幼児・小学生・中高生・大人）などについて入力し，全6,335グループ，7,377人の観測データが得られた（**図-2**）．そしてこの情報をもとにそのグループが「子どもだけの独立した移動」であったか「大人を同伴した移動」であったかを判別した．その結果，「子どもだけの独立した移動」は123グループ，「大人を同伴した移動」は79グループとなり，以降の分析ではこのデータを用いて分析を行っていく．

(5) GSV の妥当性の検証

GSV は土木計画学における研究にも活用されている[例えば12)]ものの，都市における実際の移動を反映したものとなり得るのかについては明らかではない．そこで，このGSV に写る人数が実際の歩行者交通量と同じ傾向を示し，研究に使用可能かを検証するため，福岡市公表の天神地区の都心部歩行者交通量調査のデータ[注1)]を活用する．具体的には，歩行者交通量調査に記載の路線をGSV でも人数をカウントし，相関係数を求めることでその検証を行うこととした．歩行者交通量調査の結果とGSVでの撮影からの集計データの両方が揃う143路線を対象に散布図を描いた結果を**図-3**に示す．なお，この歩行者交通量調査はおよそ5年毎に実施されており，GSVの撮影年度と統一するため2016年度の調査結果を用いている．

歩行者交通量調査は午前7時から午後8時まで行われたものであり，GSV 人数は撮影された瞬間の人数であるため規模に大きな差がみられる．しかし，一定の相関関係にあることがみてとれ，実際に相関係数を算出したところ0.64となっていた．そこで，GSVは実際の移動状況をある程度反映しているものと判断し，本研究にGSV データを用いることに問題はないものと判断した．

表-1 本研究で対象とする都市特性の一覧とその定義

都市特性		定義	出典	データの年度
人口	人口密度（人/km2）	各町丁目の人口密度（人/km2）	国勢調査	2020
	5-14歳人口密度（人/km2）	各町丁目の5-14歳の人口密度（人/km2）	国勢調査	2020
土地利用	用途地域（住居系）（%）	各町丁目の面積に対して、住居系の用途地域が占める割合（%）	国土数値情報 用途地域データ	2019
	用途地域（商業系）（%）	各町丁目の面積に対して、商業系の用途地域が占める割合（%）	国土数値情報 用途地域データ	2019
	用途地域（工業系）（%）	各町丁目の面積に対して、工業系の用途地域が占める割合（%）	国土数値情報 用途地域データ	2019
施設距離	駅までの距離（m）	各町丁目の重心点から最寄りの駅までの直線距離（m）	国土数値情報 鉄道データ	2016
	バス停までの距離（m）	各町丁目の重心点から最寄りのバス停までの直線距離（m）	国土数値情報 バス停留所データ	2010
	公園までの距離（m）	各町丁目の重心点から最寄りの公園までの直線距離（m）	国土数値情報 都市公園データ	2011
	文化施設までの距離（m）	各町丁目の重心点から最寄りの文化施設までの直線距離（m）	国土数値情報 文化施設データ	2013
	小学校までの距離（m）	各町丁目の重心点から最寄りの小学校までの直線距離（m）	国土数値情報 学校ポイントデータ	2013
道路交通環境	道路幅員（13m以上）（%）	各町丁目内の総道路延長に対して、道路幅員が13m以上の道路延長が占める割合（%）	ArcGIS Data Collection 道路網	2016
	道路幅員（5.5～13m）（%）	各町丁目内の総道路延長に対して、道路幅員が5.5～13mの道路延長が占める割合（%）	ArcGIS Data Collection 道路網	2016
	道路幅員（3～5.5m）（%）	各町丁目内の総道路延長に対して、道路幅員が3～5.5mの道路延長が占める割合（%）	ArcGIS Data Collection 道路網	2016
	交通事故件数（件/km2）	1km2あたりの各町丁目内で発生した交通事故の件数（件/km2）	福岡県警察 交通事故データ	2016
	道路密度（km/km2）	各町丁目内の総道路延長をその町丁目の面積で割った値（km/km2）	ArcGIS Data Collection 道路網	2016
治安	刑法犯件数（件/km2）	1km2あたりの各町丁目内で発生した刑法犯件数（件/km2）	福岡県警察 刑法犯データ	2021
	警察施設までの距離（m）	各町丁目の重心点から最寄りの警察署までの直線距離（m）	国土数値情報 警察署データ	2012

3. GSV に基づく子どもの独立した移動と同伴した移動の実態把握

本章では，GSV により得られたデータの特性を把握するため，まずはプロットした観測点の属性を整理した．全観測点の属性について集計した結果を**表-2** に示す．まず性別についてみてみると，男女比はほぼ同数であった．年齢層については，大人が 9 割を占めており，研究対象の小学生は 3.9%（288 人）となっている．また観測したグループの人数規模は，1 人が最も多く 87%を占めており，次いで 2 人のグループがおよそ 10%を占めている．

続いて，これらの全観測点うち「子どもだけの独立した移動」と「大人を同伴した移動」であったデータを抽出し，子どもの性別と人数規模に整理した．その結果を**図-4** に示す．図より，「子どもだけの独立した移動」の場合では男児が多くなっており，「大人を同伴した移動」では女児が多くなっていることがわかる．

さらに，「大人を同伴した移動」については，そのグループに同伴していた大人の性別と人数規模についても整理した（**図-5**）．その結果，女性一人の割合が最も多くなっていた．また，この「大人の性別と人数規模」と「子どもの性別と人数規模別」についてクロス集計を行った結果（**表-3**），成人女性が小学生女児一人を連れていた場合が最も多く，次いで成人女性が小学生男児一人を連れている場合が多いことが示されている．

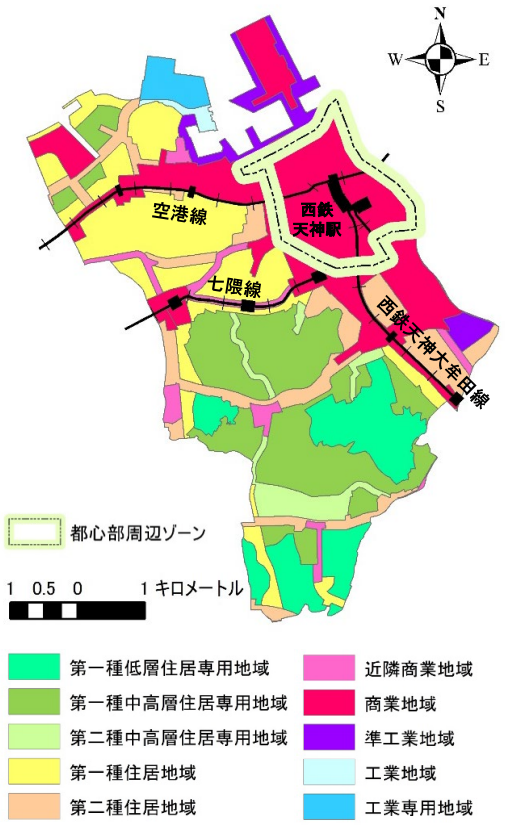


図-1 調査対象地域の概要

4. カーネル密度推定法による分布特性の可視化

カーネル密度推定法は，離散的な標本点であるポイントデータから確率密度関数を推定する代表的な手法として用いられている．地図上の点分布の疎密を視覚的にわ

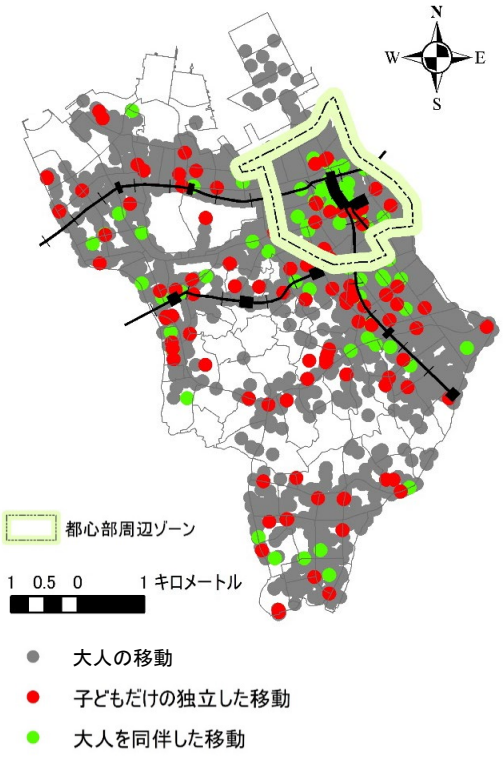


図-2 観測点の分布

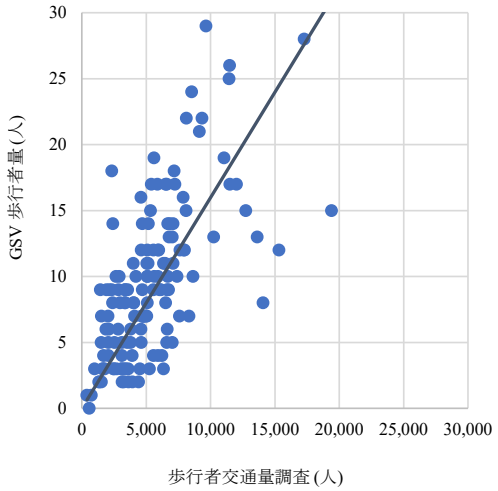


図-3 交通量に関する散布図

表-2 観測点の属性

性別 (n=7,377)	男性 51.6%		女性 48.4%	
年齢層 (n=7,377)	乳幼児 2.0%	小学生 3.9%	中高生 4.1%	大人 90.0%
人数 (n=6,335)	1人 87.4%	2人 9.9%	3人 2.1%	4人以上 0.6%

かりやすく表現することが可能であり，例えば，交通事故や犯罪の発生状況を描画している事例がみられるなど，一般市民向けへの有用なツールとしても活用されている．

本研究では，各移動の点分布に対してカーネル密度推定法を適用し，その状況を概観する．なお，カーネル密度推定法ではポイントの影響の程度を定義するバンド幅は所与ではないため，分析者側で定める必要がある．小学生の行動範囲を分析した松下らによる研究[13]では，市街地部に位置する小学校において，滞在・滞留行動回数が最も多かったのは自宅から 500～1,000m の範囲であった．そこで本研究ではこの結果を参考にし，バンド幅を 500m としてカーネル密度推定を行うことにした．大人の観測点に基づく「大人の移動」，小学生の「子どもだけの独立した移動」，「大人を同伴した移動」の推定結果を図-6 に示す．

まず「大人の移動」に着目すると，福岡市の主要な繁華街である天神地区で移動が多いことがわかる．「大人を同伴した移動」でも同様の傾向が示されており，繁華街は保護者と出掛けることが多いことから，このような結果になったものと考えられる．一方，「子どもだけの独立した移動」は，天神地区で比較的多くなっていることは同様であるものの，天神地区から少し外れたエリアでの移動も多くなっていることが特徴としてみてとれる．大人の場合は天神地区以外では車を利用しての移動も多く，大人と子どもで利用できる交通手段の差もあって，「子どもだけの独立した移動」が発生する場所と「大人を同伴した移動」が発生する場所は都市内で異なっていることが示されている．

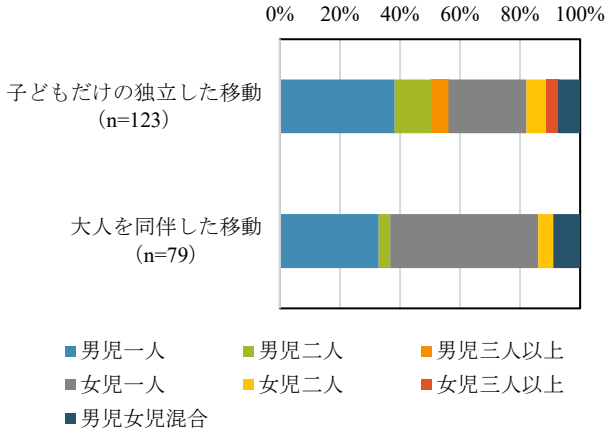


図-4　子どもの性別と人数規模

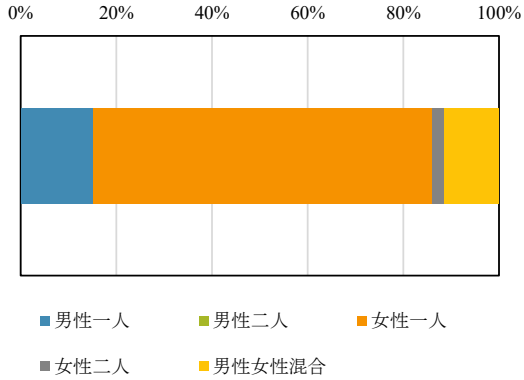
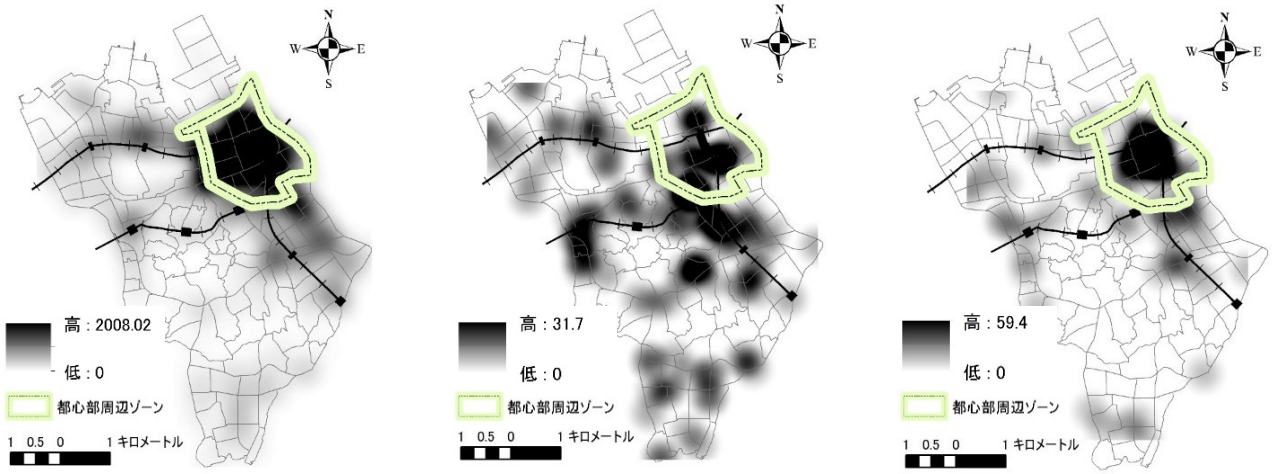


図-5　「大人を同伴した移動」の大人の性別と人数規模

表-3　「大人の性別と人数規模」と「子どもの性別と人数規模別」の関係

	男性一人	男性二人	女性一人	女性二人	男性女性混合	計
男児一人	8%	0%	22%	3%	1%	33%
男児二人	0%	0%	4%	0%	0%	4%
女児一人	8%	0%	35%	0%	6%	49%
女児二人	0%	0%	4%	0%	1%	5%
男児女児混合	0%	0%	6%	0%	3%	9%
計	15%	0%	71%	3%	11%	100%



(a)大人の移動　(b)子供だけの独立した移動　(c)大人を同伴した移動

図-6　カーネル密度推定結果

5. 移動特性と地区特性の関連性把握

(1) 相関分析

本章では，前章で示された傾向を定量的に検証していくため，以降の分析では調査対象地域の全 159 の町丁目を分析単位とし，相関分析とクラスター分析を通じて本研究対象地域において「子どもだけの独立した移動」が発生しやすい地区，あるいは発生しにくい地区の特性を明らかにしていく．

まず，町丁目単位で「大人の移動」，「子どもだけの独立した移動」，「大人を同伴した移動」のカーネル密度推定値を整理した．具体的には，各町丁目と重なる範囲内におけるカーネル密度推定値に対して，その平均を各町丁目のカーネル密度推定値としている．なお，推定値を算出する基になった観測点数は大きく異なるため，解釈を容易にするため標準化した推定値を用いている．

そしてこの値をもとに，まず**表-1**で示した都市特性との相関係数を算出した．その結果を**表-4**に示し，主な結果を以下に示す．

- カーネル密度推定値同士の相関係数をみてみると，大人と同伴の相関係数が0.82と高い値を示している．「大人の移動」と「大人を同伴した移動」は都市内において類似していることがこの結果からもみてとれる．一方，「子どもだけの独立した移動」との相関係数はそれぞれ0.42，0.43程度となっており，「大人を同伴した移動」ほど「大人の移動」とは一致していない．
- 「大人の移動」に関するカーネル密度推定値と最も高い相関係数が示されていたのは用途地域面積割合（商業系）であった（0.74）．なお，用途地域面積割合（商業系）と「交通事故件数」「刑法犯件数」の相関係数が高いこともあり，これらとの相関係数も高くなっている．
- 「子どもだけの独立した移動」に関するカーネル密度推定値と強い相関関係にある都市特性の指標はみられず，最も高い相関係数が示されていたのは人口密度であった（0.44）．一方，5-14歳人口密度との相関係数は0.25と弱い相関関係となっている．

(2) クラスター分析

続いて，空間的に各移動特性の発生傾向を把握するために，カーネル密度推定値を用いて階層型クラスター分析（ウォード法）を行った．全159の町丁目を4グループに分類しており，その平均値を**図-7**に示す．

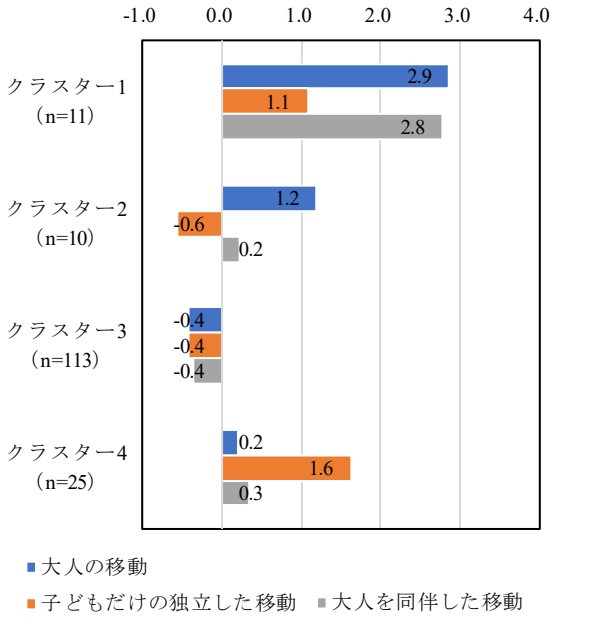


図-7 クラスター別カーネル密度推定値（標準化）の平均値

表-4 相関分析結果

	A	B	C	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
A カーネル密度推定値（大人）	1.00	0.42	0.82	0.17	-0.19	-0.63	0.74	-0.11	-0.41	-0.26	0.07	-0.02	0.00	0.12	0.07	-0.31	0.72	0.15	0.72	-0.3
B カーネル密度推定値（独立）	0.42	1.00	0.43	0.44	0.25	-0.20	0.37	-0.30	-0.24	-0.16	-0.08	-0.02	-0.02	0.06	-0.11	0.10	0.35	0.31	0.34	-0.2
C カーネル密度推定値（同伴）	0.82	0.43	1.00	0.08	-0.14	-0.41	0.51	-0.14	-0.28	-0.18	0.00	-0.04	0.04	0.07	0.08	-0.21	0.54	0.14	0.58	-0.2
a 人口密度（人/km2）	0.17	0.44	0.08	1.00	0.65	-0.32	0.46	-0.24	-0.37	-0.31	-0.15	0.20	-0.26	0.14	-0.12	0.10	0.36	0.41	0.46	-0.2
b 5-14歳人口密度	-0.19	0.25	-0.14	0.65	1.00	0.20	-0.09	-0.27	-0.06	-0.16	-0.21	0.08	-0.27	-0.01	-0.09	0.24	-0.11	0.22	-0.06	-0.0
c 用途地域面積割合(住居系)	-0.63	-0.20	-0.41	-0.32	0.20	1.00	-0.89	-0.40	0.40	0.28	-0.34	-0.11	-0.21	-0.32	-0.20	0.55	-0.64	-0.08	-0.66	0.1
d 用途地域面積割合(商業系)	0.74	0.37	0.51	0.46	-0.09	-0.89	1.00	-0.06	-0.47	-0.35	0.21	0.15	0.08	0.32	0.09	-0.41	0.74	0.17	0.76	-0.3
e 用途地域面積割合(工業系)	-0.11	-0.30	-0.14	-0.24	-0.27	-0.40	-0.06	1.00	0.06	0.11	0.33	-0.07	0.30	0.06	0.27	-0.38	-0.10	-0.17	-0.09	0.3
f 駅距離（m）	-0.41	-0.24	-0.28	-0.37	-0.06	0.40	-0.47	0.06	1.00	0.21	0.00	-0.07	0.04	-0.16	-0.05	0.19	-0.40	0.06	-0.44	0.2
g バス停距離（m）	-0.26	-0.16	-0.18	-0.31	-0.16	0.28	-0.35	0.11	0.21	1.00	-0.04	0.02	0.08	-0.32	-0.09	0.19	-0.39	-0.17	-0.28	0.2
h 公園距離（m）	0.07	-0.08	0.00	-0.15	-0.21	-0.34	0.21	0.33	0.00	-0.04	1.00	0.16	0.43	0.25	0.14	-0.40	-0.01	-0.21	0.04	0.1
i 文化施設距離（m）	-0.02	-0.02	-0.04	0.20	0.08	-0.11	0.15	-0.07	-0.07	0.02	0.16	1.00	0.06	-0.06	-0.17	0.23	0.15	0.33	0.17	0.0
j 小学校距離（m）	0.00	-0.02	0.04	-0.26	-0.27	-0.21	0.08	0.30	0.04	0.08	0.43	0.06	1.00	0.04	0.19	-0.26	-0.04	-0.06	-0.03	0.2
k 幅員割合(13m～)	0.12	0.06	0.07	0.14	-0.01	-0.32	0.32	0.06	-0.16	-0.32	0.25	-0.06	0.04	1.00	-0.20	-0.33	0.21	-0.16	0.11	-0.0
l 幅員割合(5.5～13m)	0.07	-0.11	0.08	-0.12	-0.09	-0.20	0.09	0.27	-0.05	-0.09	0.14	-0.17	0.19	-0.20	1.00	-0.69	-0.03	-0.23	0.04	0.1
m 幅員割合(3～5.5m)	-0.31	0.10	-0.21	0.10	0.24	0.55	-0.41	-0.38	0.19	0.19	-0.40	0.23	-0.26	-0.33	-0.69	1.00	-0.20	0.35	-0.26	-0.0
n 交通事故件数（1km/2あたり）	0.72	0.35	0.54	0.36	-0.11	-0.64	0.74	-0.10	-0.40	-0.39	-0.01	0.15	-0.04	0.21	-0.03	-0.20	1.00	0.30	0.71	-0.3
o 道路密度(km/km²)	0.15	0.31	0.14	0.41	0.22	-0.08	0.17	-0.17	0.06	-0.17	-0.21	0.33	-0.06	-0.16	-0.23	0.35	0.30	1.00	0.23	-0.1
p 刑法犯件数（1km/2あたり）	0.72	0.34	0.58	0.46	-0.06	-0.66	0.76	-0.09	-0.44	-0.28	0.04	0.17	-0.03	0.11	0.04	-0.26	0.71	0.23	1.00	-0.3
q 警察施設距離（m）	-0.36	-0.25	-0.26	-0.22	-0.06	0.15	-0.34	0.36	0.21	0.20	0.12	0.01	0.21	-0.08	0.19	-0.06	-0.37	-0.13	-0.36	1.0

クラスター1 は特に「大人の移動」や「大人を同伴した移動」に関して値が高く，そもそもの歩行者交通量が多い地区の集まりといえる．一方で「子どもだけの独立した移動」における値は他に比べて低くなっており，クラスター1 に分類された町丁目では「子どもだけの独立した移動」が相対的には少ない地区であるといえる．

クラスター2 は「大人の移動」の値がクラスター1 に次いで高く，この地区も歩行者交通量が比較的多い地区といえる．一方，「大人を同伴した移動」の値が小さくなっていることから，クラスター1 のエリアと比べて子どもを同伴した移動は発生しておらず，子どもたちだけの移動はより一層発生していない地区といえる．

クラスター3 は「大人の移動」，「子どもだけの独立した移動」，「大人を同伴した移動」に関してどれも値が低く，どの属性の歩行者も少ない地区といえる．

最後にクラスター4では「子どもだけの独立した移動」の値が「大人の移動」，「大人を同伴した移動」に比べて高い．「子どもだけの独立した移動」が特にみられる地区といえる．

ここでこのクラスター分析による各町丁目の分類結果を地図上に示すことで空間的な位置関係を把握するとともに（**図-8**），各クラスターの各都市特性の平均値を算出し一元配置分散分析を行うことで，その地区の特徴を定量的にも把握する（**表-5**）．

クラスター1 についてまず図からその位置関係を確認すると，中心部の天神地区の繁華街で構成されているクラスターであることがみてとれる．中心部の商業地域であることから人口密度は最も低い．また，駅やバス停までの距離が近く，交通事故件数や刑法犯件数が多いことも特徴となっている．

クラスター2 は，主に天神地区で構成されていたクラスター1 の周辺に位置している傾向にある．後述のクラスター4 の一部地区も天神地区周辺でみられるが，クラスター2 はクラスター4 とは異なり商業系の用途地域の割合が高いことが特徴となっている．

クラスター3 は図からもみてとれるように，主に都心部以外で構成されている．表から示されるように，住居系の用途地域の割合が最も高いクラスターである．これらの地区は住居系の土地利用が主ではあるが戸建て住宅

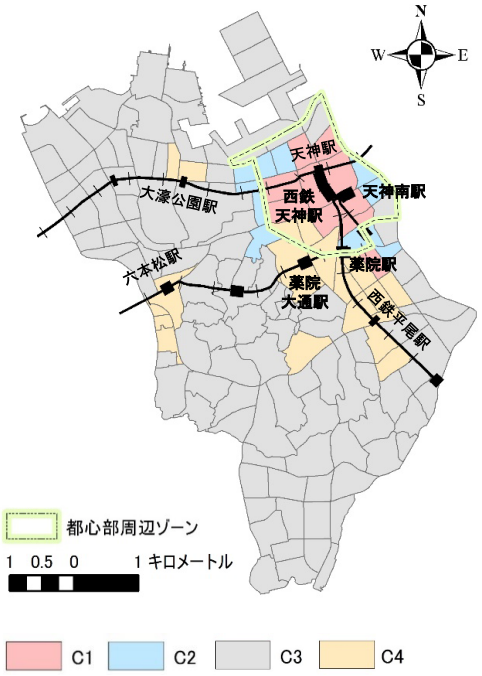


図-8　クラスター分布結果

表-5　クラスター別都市特性に関する平均値

	グループ 規模(n)	C1 11	C2 10	C3 113	C4 25	P値
人口	人口密度（人/km2）	12938.4	16494.1	13460.3	26928.4	0.000
	5-14歳人口密度（人/km2）	320.1	642.2	1028.9	1490.5	0.000
土地利用	用途地域（住居系）（%）	0.0%	5.5%	70.3%	36.8%	0.000
	用途地域（商業系）（%）	100.0%	86.6%	21.2%	63.2%	0.000
	用途地域（工業系）（%）	0.0%	7.9%	8.5%	0.0%	0.005
施設距離	駅までの距離（m）	289.5	335.0	991.7	359.1	0.000
	バス停までの距離（m）	139.7	146.2	203.1	160.6	0.001
	公園までの距離（m）	239.9	216.2	191.4	187.9	0.652
	文化施設までの距離（m）	524.1	540.6	538.6	610.1	0.733
	小学校までの距離（m）	547.3	334.4	452.3	420.3	0.129
道路交通環境	道路幅員（13m以上）（%）	7.0%	7.0%	5.9%	11.8%	0.518
	道路幅員（5.5～13m）（%）	50.1%	47.3%	44.1%	40.7%	0.580
	道路幅員（3～5.5m）（%）	22.6%	14.4%	45.2%	45.4%	0.000
	交通事故件数（件/km2）	308.0	300.7	70.4	161.6	0.000
	道路密度（km/km2）	27.2	24.9	23.5	27.0	0.067
治安	刑法犯件数（件/km2）	173.8	115.2	31.6	76.6	0.000
	警察施設までの距離（m）	330.5	388.3	577.2	461.4	0.000

や低層マンションの立地も多く，人口密度はクラスター1 エリアに次いで低い．また，他のクラスターと比べて駅やバス停までの距離が遠いことなどもこのエリアの特徴である．

最後にクラスター4 は，図が示すように主に薬院・薬院大通駅周辺や六本松駅，西鉄平尾駅，大濠公園駅周辺など，福岡市の中でも居住地として人気の高いエリアで構成されている[注2)]傾向にある．クラスター2 とは異なり住居系の用途地域の割合が高く，住居系と商業系が混在していることがこのクラスターの特徴である．また，駅やバス停までの距離も比較的近く，人口密度のほか，5-14 歳人口の人口密度も 4 クラスターの中で最も高くなっている．

(3) 都市特性との関連性の検討

最後に本節では，前節までの結果を踏まえて，子どもの独立した移動が発生しやすい，あるいは発生しにくい地区の特徴について考察を述べる．

子どもの独立した移動が，大人の移動や大人を同伴した移動と比して相対的に多くみられる地区としては，薬院・薬院大通駅周辺や六本松駅，西鉄平尾駅，大濠公園駅周辺などであった．これらの地区の特徴としては人口密度が高く，5-14 歳の人口密度も高い地区であることから，そもそも子どもの居住者が多い地区で子どもの独立した移動が発生しているといえる．一方，その他地区では必ずしも子どもの独立した移動が発生しやすい地区がみられなかったことから，多くの子どもは利用可能な交通手段は主に徒歩や自転車に限られておりそもそも行動範囲は広くはなく，自宅周辺でのみ独立した移動が許可されていることが推察される．

反対に，子どもの独立した移動が大人の移動や大人を同伴した移動と比して相対的に少ない地区としては，繁華街である天神地区であった．これら地区は商業地であり，交通事故件数や刑法犯件数も高くなっていること，それもあって福岡市に限らず日本の多くの小学校では夏休みに子ども達だけで繁華街や校区外に行かないようにとの指導がなされていることもその一因として考えられる．日本における CIM（子どもの移動自由性）は背景で述べた PSI による調査結果からは比較的上位であることが示されている（16 カ国中 5 位）[2)]．しかしながら実際には子どもを一人で外出させることに対する保護者の不安も強く[注3)]，自宅周辺を中心に独立した移動が行われている程度が現状であるといえる．

6. おわりに

本研究は，福岡市中央区を対象として，子どもの独立した移動が発生しやすい，あるいは発生しにくい地区と，その地区特性について検討したものである．

まず，本研究では Google Street View（GSV）に着目し，GSV 上で移動者が観測されたすべての座標を GIS 上にプロットした．その結果，全 6,335 グループ，7,377 人の観測データが得られており，うち「子どもだけの独立した移動」は 123 グループ，「大人を同伴した移動」は 79 グループであった．

そして，GSV により得られたデータの特性を把握するために観測点の属性を整理したところ，「子どもだけの独立した移動」は男児が多くなっており，「大人を同伴した移動」では女児が多くなっていた．さらに，「大人を同伴した移動」については，成人女性が小学生女児一人を連れていた場合が最も多く，次いで成人女性が小学生男児一人を連れている場合が多くなっていた．

次に，福岡市中央区における各移動の発生状況について概観するために，得られた点分布に対してカーネル密度推定法を適用した．その結果，「大人の移動」と「大人を同伴した移動」では福岡市の主要な繁華街である天神地区での移動が多いことが示されており，両分布が類似していること，「子どもだけの独立した移動」は，天神地区で比較的多くなっていることは同様であるものの，天神地区から少し外れたエリアでの移動も多くなっていることが特徴としてみられた．

そして，「子どもだけの独立した移動」が発生しやすい地区，あるいは発生しにくい地区の特性をより詳細に把握するために，相関分析とクラスター分析を行った．その結果，子どもの独立した移動が，大人の移動や大人を同伴した移動と比して相対的に多くみられる地区としては，人口密度が高く，5-14 歳の人口密度も高い地区であり，そもそも子どもの居住者が多い地区であった．一方で，子どもの独立した移動が大人の移動や大人を同伴した移動と比して相対的に少ない地区は，繁華街である天神地区であった．

このことはすなわち，多くの子どもは利用可能な交通手段は主に徒歩や自転車に限られておりそもそも行動範囲は広くはなく，自宅周辺でのみ独立した移動が許可されていることが推察され，それ以外の地区では大幅に制限されていることを示している．以上，本研究は子どもの独立した移動の実態を GSV を活用することで網羅的に明らかにした研究である．一方で本研究の今後の課題を以下に示す．

- 本研究は GSV に基づいて整理したデータに基づくことから，子どもの年齢層や同伴状況などについての精度はアンケート調査等によるものと比べると低

いものとならざるを得ない．また，GSVの撮影時刻は公開されていないことから，地区による撮影時刻を統一できていない点も課題である．

- GSV で収集したデータのうち，全体の 9 割が大人と判断されるものであった．そのため，「子どもだけの独立した移動」に関するサンプル数が限られており，子どもの属性別の集計は行えていない．
- 本研究は調査対象地域を福岡市中央区としているが，首都圏や反対に小規模な地方都などでは傾向が異なってくることが想定される．他都市での検証や複数都市間での比較が必要である．

謝辞：本研究は JSPS 科研費 22K04355，23K04069 の助成を受けたものです．

NOTES

注1) 福岡市：都心部歩行者交通量等調査結果について，https://www.city.fukuoka.lg.jp/jutaku-toshi/kaihatsu/toshi/hokousya_kotsuryo.html （最終閲覧 2023 年 5 月）

注2) リクルート住まいカンパニー：住みたい街ランキング　福岡版 https://suumo.jp/article/oyakudachi/oyaku/sumai_nyumon/machi/sumitai-fukuoka2020/ （最終閲覧 2023 年 9 月）

注3) HOME ALSOK 研究所：小学生の子どもを持つ共働き夫婦に聞いた 子どもだけでの外出対策事情 https://www.alsok.co.jp/person/recommend/026/ （最終閲覧 2023 年 9 月）

REFERENCES

1) Tranter, P., and Whitelegg, J.: Children's travel behaviours in Canberra: car‐dependent lifestyles in a low-density city. *Journal of Transport Geography*, 2(4), pp.265‐273, 1994.
2) Shaw, B., Bicket, M., Elliott, B., Fagan-Watson, B., Mocca, E., and Hillman, M.: Children's Independent Mobility: an international comparison and recommendations for action. In Policy Studies Institute, 2015.
3) Bernard. W. Silverman.: Density Estimation for Statistics and Data Analysis, Chapman and Hall/CRC, 1986.
4) 池田勤，近藤隆二郎：小中学校を対象とした子どもの道路への危険性認識と外遊び体験との関係に関する研究，環境システム研究論文集，33 巻，pp.487-493，2005. [Ikeda, T. and Kondo, R.: The relations between the perception of the danger of accidents on the roads and experiences of playing outside: in case of the students of the elementary and junior high schools in Hikone city, *ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH*, Vol. 33, pp.487-493, 2005.]
5) 藤本尚子，藤田素弘：子どもの視点に基づく通学路環境の評価に関する研究，都市計画論文集，Vol.43, No.3，pp.415-420，2008. [Fujimoto, N. and Fujita, M.: Research on children's consciousness to the environment of school routes, *Journal of the City Planning Institute of Japan*, Vol. 43, Issue 3, pp.415-420, 2008.]
6) LAM, W. W. Y., and LOO, B. P. Y.: Determinants of Children's Independent Mobility in Hong Kong. *Asian Transport Studies*, 3(2), pp.250–268, 2014.
7) Ghekiere, A., Deforche, B., Carver, A., Mertens, L., de Geus, B., Clarys, P., Cardon, G., De Bourdeaudhuij, I., and Van Cauwenberg, J.: Insights into children's independent mobility for transportation cycling—Which socio-ecological factors matter?, *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(3), pp.267–272. 2017.
8) 橋村ちひろ，雨宮護，畑倫子，島田貴仁：保護者による子どもに対する行動規制と地域要因との関連，都市計画論文集，Vol.54，No.3，pp.421-428，2019. [Hashimura, C. Amemiya, M. Hata, T.: The relationship between parental restriction on children's outdoor activities and regional factors, *Journal of the City Planning Institute of Japan*, Vol. 54, Issue 3, pp.421-428, 2019.]
9) Ozbil, A., Yesiltepe, D., Argin, G., and Rybarczyk, G.: Children's active school travel: Examining the combined perceived and objective built-environment factors from space syntax, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), pp.1–22, 2021.
10) Nguyen, M. H., Pojani, D., Nguyen, T. C., and Ha, T. T.: The impact of Covid-19 on children's active travel to school in Vietnam, Journal of Transport Geography, 96(October 2020), 103191, 2021.
11) Dias, C., Abdullah, M., Lovreglio, R., Sachchithanantham, S., Rekatheeban, M., and Sathyaprasad, I. M. S.: Exploring home-to-school trip mode choices in Kandy, Sri Lanka. *Journal of Transport Geography*, 99(March 2021), 103279. 2022.
12) 浅田拓海，亀山修一：Google ストリートビューのパノラマ画像を用いた広域・網羅的な地域景観分析，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol.72，No.5，pp.I_383-I_392，2016. [Asada, T. and Kameyama, S.: Exhaustive Analysis Of Local Landscape For Wide-Area Using Panorama Image Of Google Street View, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)*, Vol. 72, Issue 5, pp.I_383-I_392, 2016.]
13) 松下大輔，永田未奈美，宗本順三，中村朋世：GPS 軌跡による児童の放課後の自宅を基点とした行動圏域分析，日本建築学会計画系論文集，第 75 巻，第 658 号，pp.2809-2815，2010. [Matsushita, D. Nagata M. Munemoto J. and Nakamura, T.: Analysis Of Children's

Home Range After School By Using Orbits Of The Global Positioning System, *Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ)*, Vol. 75, Issue 658, pp. 2809-2815, 2010.]

(Received ?)
(Accepted ?)

DISTRIBUTION OF CHILDREN'S INDEPENDENT MOBILITY AND ITS RELATIONSHIP TO URBAN CHARACTERISTICS

Syuji YOSHIKI, Hiroshi TATSUMI, Yuya TABEI, Momoka TAKEHIRO, Naoki TSURUMOTO and Taku FUKUYAMA

Children's Independent Mobility (CIM) is defined as "The freedom of children to travel around their own neighborhood or city without adult supervision." To enhance CIM within a community, this study aims to elucidate the characteristics of neighborhoods where children's independent mobility is more or less likely to manifest.

Utilizing Google Street View to gain insights into the actual state of children's independent mobility, we observed that areas with high population density and a substantial number of children residing in the vicinity tend to exhibit a relatively higher frequency of independent child mobility compared to adult mobility or mobility accompanied by adults. In contrast, the downtown Tenjin area displayed a lower occurrence of independent child mobility. This suggests that children's independent mobility is predominantly confined to their immediate residential areas, with significant restrictions on their independent movement in other areas.